

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. August 2005 (25.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/078147 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C22C 21/00**,
C22F 1/04

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000254

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Februar 2005 (15.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 007 704.5
16. Februar 2004 (16.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **MAHLE GMBH** [DE/DE]; Pragstrasse 26-46, 70376
Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BISCHOFBERGER,
Ulrich** [DE/DE]; Hegensberger Strasse 137, 73732 Esslin-
gen (DE).

(74) Anwalt: **POHLE, Reinhard**; Mahle International GmbH,
Pragstr. 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MATERIAL BASED ON AN ALUMINUM ALLOY, METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF AND ITS USE

(54) Bezeichnung: WERKSTOFF AUF DER BASIS EINER ALUMINIUM-LEGIERUNG, VERFAHREN ZU SEINER HER-
STELLUNG SOWIE VERWENDUNG HIERFÜR

(57) Abstract: The invention relates concerns a method for producing a substance during which an aluminum base alloy is produced that has a content of 5.5 to 13.0 % by mass of silicon and a content of magnesium according to formula $Mg [\% \text{ by mass}] = 1.73 \times Si [\% \text{ by mass}] + m$ with $m = 1.5$ to 6.0 % by mass of magnesium, and has a copper content ranging from 1.0 to 4.0 % by mass. The base alloy is then subjected to at least one hot working and, afterwards, to a heat treatment consisting of solution annealing, quenching and artificial aging. The magnesium is added based on the respectively desired silicon content according to the aforementioned formula. The material obtained by using the inventive method is characterized by having a low density and a high strength.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffs, wobei eine Aluminium-Basislegierung mit einem Gehalt an 5,5 bis 13,0 Masse-% Silizium und einem Gehalt an Magnesium gemäss der Formel $Mg [\text{Masse-\%}] = 1,73 \times Si [\text{Masse-\%}] + m$ mit $m = 1,5$ bis 6,0 Masse-% Magnesium sowie einem Kupfergehalt zwischen 1,0 und 4,0 Masse-% hergestellt wird, die Basislegierung danach zumindest einmal warmumgeformt sowie nachfolgend einer Wärmebehandlung bestehend aus Lösungsglühen, Abschrecken und Warmauslagern unterzogen wird. Das Magnesium wird in Abhängigkeit vom jeweils gewünschten Siliziumgehalt gemäss der oben genannten Formel zugesetzt. Der nach dem erfindungsgemässen Verfahren erhältliche Werkstoff zeichnet sich durch eine geringe Dichte und eine hohe Festigkeit aus.



WO 2005/078147 A1

Werkstoff auf der Basis einer Aluminium-Legierung, Verfahren zu seiner Herstellung sowie Verwendung hierfür

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffs auf der Basis einer Aluminium-Legierung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, einen mit diesem Verfahren erhältlichen Werkstoff sowie eine Verwendung dieses Werkstoffs.

In den letzten Jahren ist bei Verbrennungsmotoren für Kraftfahrzeuge verstärkt ein Trend hin zu noch leichteren und kompakteren Aggregaten mit gesteigerten spezifischen Leistungen zu beobachten. Dies führt unter anderem auch zu einer immer stärkeren Belastung der hierfür eingesetzten Kolben. Diesem Trend kann sowohl durch geänderte Konstruktionen, aber auch vor allem durch die Entwicklung neuer geeigneter Werkstoffe Rechnung getragen werden. Im Vordergrund steht dabei der Wunsch nach hoch warmfesten und spezifisch leichten Materialien.

Bis jetzt werden Kolben üblicherweise aus Aluminium-Silizium-Gusslegierungen hergestellt. Wegen der guten Gießeigenschaften lassen sich Kolben auf der Basis von Aluminium-Silizium-Legierungen relativ preisgünstig und einfach im Kokillengussverfahren herstellen.

Diese Werkstoffe werden typischerweise mit Siliziumgehalten zwischen 12 und 18 Gew.-%, in Einzelfällen auch bis zu 24 Gew.-%, sowie mit Beimengungen von Magnesium zwischen 1 bis 1,5 Gew.-%, Kupfer zwischen 1 und 3 Gew.-% und häufig auch Nickel zwischen 1 bis 3 Gew.-% legiert. Um die Warmfestigkeit einer solchen Legierung zu verbessern, wird z. B. gemäß der US 6 419 769 A1 empfohlen, den Kupfergehalt zwischen 5,6 und 8,0 Gew.-% einzustellen. Nach der FR 2 690 957 A1

wird die Festigkeit einer derartigen Legierung durch Zugabe der Elemente Titan, Zirkonium und Vanadium zusätzlich gesteigert. Allerdings wird durch das Zulegieren dieser festigkeitssteigernden Elemente die Dichte des Werkstoffs erhöht.

Eine warmfeste Legierung mit reduziertem spezifischem Gewicht wird in der Patentschrift DE 747 355 als für Kolben besonders vorteilhaft beschrieben. Dieser Werkstoff zeichnet sich durch einen Magnesiumgehalt zwischen 4 und 12 Gew.-% und einen Siliziumgehalt zwischen 0,5 und 5 Gew.-% aus, wobei der Siliziumgehalt stets geringer als die Hälfte des Magnesiumgehalts sein soll. Ferner sind zwischen 0,2 und 5 Gew.-% Kupfer und/oder Nickel zulegiert. Dieser Werkstoff soll sich auch bei Verzicht auf die Zulegierung festigkeitssteigernder Komponenten durch eine verbesserte Warmfestigkeit auszeichnen.

In der DE 38 42 812 A1 wird ein Gussleichtwerkstoff auf Basis einer Aluminiumlegierung mit 5 bis 25 Masse-% Magnesiumsilizid beschrieben. Neben Magnesiumsilizid wird außerdem als vorteilhaft sowohl ein Überschuß von Silizium (bis 12 Masse%) als auch von Magnesium (bis 15 Masse%) betrachtet. Ferner können bis zu 5 Masse-% Kupfer, Nickel, Mangan und Kobalt zulegiert sein. In Unteranspruch 5 wird zusätzlich die Liquidustemperatur von $<700^{\circ}\text{C}$ im Dreistoffsystem Al-Si-Mg als begrenzendes Limit genannt. Vorteile bzw. Nachteile bei den mechanischen Eigenschaften, welche sich aus einem Überschuß von Magnesium bzw. Siliziums ergeben könnten werden nicht explizit erwähnt.

Diese bekannten Werkstoffe sind ausnahmslos Gusswerkstoffe. Es besteht allerdings auch ein Bedarf an Werkstoffen mit noch geringerer Dichte und noch höherer Festigkeit, die durch die ausschließliche Verwendung eines Gießverfahrens bisher nicht herstellbar sind.

Demgemäß ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffs, wobei eine Aluminium-Basislegierung mit einem Gehalt zwischen

5,5 und 13,0 Masse-% Silizium, zusätzlich einem Gehalt an Magnesium gemäß der Formel $Mg \text{ [Masse-\%]} = 1,73 \times Si \text{ [Masse-\%]} + m$

mit $m = 1,5$ bis 6,0 Masse-% Magnesium

sowie Kupfer mit einem Gehalt zwischen 1,0 und 4,0 Gew.% (Rest Aluminium) - erschmolzen, gegossen oder durch Sprühkompaktieren vorverdichtet und die Basislegierung anschließend zumindest einmal warmumgeformt wird, sowie nachfolgend einer Wärmebehandlung bestehend aus Lösungsglühen, Abschrecken und Warmauslagern unterzogen wird.

Das Magnesium wird also in Abhängigkeit vom jeweils gewünschten Siliziumgehalt gemäß der oben genannten Formel zugesetzt. Dabei reagiert ein Teil des Magnesiums ($1,73 \times Si$ -Gehalt) direkt mit Silizium zu Magnesiumsilizid, die restlichen 1,5 bis 6,0 Masse-% Magnesium lösen sich im Aluminiummischkristall und bewirken nach geeigneter Wärmebehandlung zusammen mit Kupfer eine Festigkeitssteigerung des Werkstoffs. Der Werkstoff kann die in Aluminiumlegierungen üblichen Verunreinigungen enthalten. Zusätzlich könnte zum Zwecke einer weiteren Festigkeitssteigerung das Zulegieren weiterer Legierungselemente sinnvoll erscheinen. Bekannt ist z.B. die festigkeitssteigernde Wirkung kleiner Zugabemengen (0,05 bis 0,2% von Titan, Zirkon oder Vanadin (FR 2 690 957 A1), ebenso bekannt ist die Wirkung von 0,1 bis 0,5% Silber welches bei AlCu-Legierungen sich positiv auf die Warmfestigkeitseigenschaften auswirkt. Ohne Nachteile für die mechanischen Eigenschaften wirkt sich die Zugabe von kleinen Gehalten (0,2 bis 2%) weiterer, der für viele Aluminium-Kupfer-Magnesiumlegierungen zusätzlich Verwendung findender Legierungselemente z.B. Nickel, Kobalt oder Mangan oder Eisen aus. Durch die Zugabe vorgenannter Elemente, wird jedoch zumeist die Dichte des beanspruchten Leichtbauwerkstoffes erhöht.

Der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältliche Werkstoff zeichnet sich neben seiner geringen Dichte durch ausgezeichnete Festigkeitseigenschaften aus, die sich auch bei erhöhten Temperaturen gegenüber den heutigen gebräuchlichen Kolbenlegierungen als überlegen zeigen.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Basislegierung kann mit allen bekannten Warmumformverfahren, bspw. Strangpressen, Warmwalzen oder Schmieden behandelt werden. Das Warmumformen sollte mit einem Umformgrad größer als 5-fach durchgeführt werden.

Um die Qualität des Werkstoffs nicht zu beeinträchtigen, sollte das verwendete Aluminium bzw. die Basislegierung Fremdelemente nur in einem geringen Anteil, und zwar nicht mehr als jeweils 1 Masse-% pro Fremdelement, enthalten.

Zur Erzielung maximaler Festigkeitseigenschaften wird vorteilhaft nach der Warmformgebung eine Wärmebehandlung durchgeführt. Diese kann auf an sich bekannte Weise durch Lösungsglühen, Abschrecken und Warmauslagern erfolgen.

Der erfindungsgemäße Werkstoff eignet sich zur Herstellung von Bauteilen aller Art, insbesondere von Kolben für Verbrennungsmotoren.

Ausführungsbeispiel 1:

Eine Legierung A der folgenden Zusammensetzung:

8,1 Masse-% Silizium
17,2 Masse-% Magnesium
1,7 Masse-% Kupfer
0,3 Masse-% Eisen
50 ppm Beryllium
Rest Aluminium

wird hergestellt, indem die einzelnen Elemente nach den üblichen Verfahren legiert und mittels dem Verfahren des Sprühkompaktierens zu einem zylindrischen Block vergossen werden. Das resultierende Vormaterial wird auf 400 bis 500°C vorge-

wärmt und durch Strangpressen 10-fach umgeformt und anschließend gehärtet. Dazu wird eine Wärmebehandlung, umfassend Lösungsglühen bei 500°C für 2 Stunden, Abschrecken in Wasser und 10 Stunden Anlassen bei 210°C durchgeführt.

Beryllium wird zugegeben, um die Oxidationsneigung der Schmelze zu mindern. Eisen wurde als Verunreinigung analysiert.

Ausführungsbeispiel 2:

Eine Legierung B der folgenden Zusammensetzung:

6,0 Masse-% Silizium
12,5 Masse-% Magnesium
2,1 Masse-% Kupfer
0,2 Masse-% Eisen
50 ppm Beryllium
1,0 Gew.-% Magnesiumphosphat
Rest Aluminium

wird hergestellt, indem die einzelnen Elemente nach den üblichen Verfahren legiert und mittels Stranggießen zu einem zylindrischen Block vergossen werden. Das resultierende Vormaterial wird auf 400 bis 500°C vorgewärmt und durch Strangpressen 10-fach umgeformt und anschließend gehärtet. Dazu wird eine Wärmebehandlung, umfassend Lösungsglühen bei 500°C für 2 Stunden, Abschrecken in Wasser und 10 Stunden Anlassen bei 210°C durchgeführt.

Beryllium wird zugegeben, um die Oxidationsneigung der Schmelze zu mindern, Magnesiumphosphat dient der Kornfeinung des primär erstarrenden Magnesiumsilizids. Eisen wurde als Verunreinigung analysiert.

Ausführungsbeispiel 3:

Eine Legierung C der folgenden Zusammensetzung:

12,9 Masse-% Silizium

25,1 Masse-% Magnesium

1,9 Masse-% Kupfer

0,15 Masse-% Eisen

50 ppm Beryllium

0,9 Gew.-% Magnesiumphosphat

Rest Aluminium

wird hergestellt, indem die einzelnen Elemente nach den üblichen Verfahren legiert und mittels Stranggießen zu einem zylindrischen Block vergossen werden. Das resultierende Vormaterial wird auf 400 bis 500°C vorgewärmt und durch Strangpressen 10-fach umgeformt und anschließend gehärtet. Dazu wird eine Wärmebehandlung, umfassend Lösungsglühen bei 500°C für 2 Stunden, Abschrecken in Wasser und 10 Stunden Anlassen bei 210°C durchgeführt.

Beryllium wird zugegeben, um die Oxidationsneigung der Schmelze zu mindern, Magnesiumphosphat dient der Kornfeinung des primär erstarrenden Magnesiumsilizids. Eisen wurde als Verunreinigung analysiert.

Der fertige Werkstoff zeigt die folgenden Eigenschaften:

	Leg. A	Leg. B	Leg. C	2618	AlSi12Cu6MgTiZrV
Dichte [g/cm ³]	2,50	2,60	2,46	2,77	2,75
Therm. Ausdehnungs- koeffizient [1/K]	23×10^{-6}	$23,5 \times 10^{-6}$	$22,5 \times 10^{-6}$	24×10^{-6}	./.
E-Modul [GPa]	79,3	78	82	72	./.

Zugfestigkeit [N/mm ²]	390	390	390	420	270
Dehngrenze [N/mm ²]	335	335	335	350	235
Bruchdehnung [%]	2,4	1,5	1,1	7,0	./.
Ermüdungs- festigkeit [N/mm ²]					
Raumtemperatur	255	255	250	200	131
200°C	140	135	135	115	97
250°C	100	100	100	95	76

Der erfindungsgemäße Werkstoff zeichnet sich gegenüber dem britischen Aluminium-Standard 2618 durch eine niedrigere Dichte und einem erhöhten E-Modul aus. Die erzielten statischen Festigkeitseigenschaften reichen an die hochfeste Knetlegierung 2618 heran. Die ermittelte Ermüdungsfestigkeit übertrifft die mit der Knetlegierung 2618 erzielten Werte deutlich. Gegenüber der Gusslegierung aus der US 6 419 769 A ist der erfindungsgemäße Werkstoff sowohl bei statischer als auch bei dynamischer Prüfung überlegen. Er eignet sich aufgrund dieser Eigenschaftskombination in besonderer Weise zur Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffs, wobei eine Aluminium-Basislegierung mit einem Gehalt an 5,5 bis 13,0 Masse-% Silizium und einem Gehalt an Magnesium gemäß der Formel
$$\text{Mg [Masse-\%]} = 1,73 \times \text{Si [Masse-\%]} + m$$
mit $m = 1,5$ bis 6,0 Masse-% Magnesium sowie mit einem Kupfergehalt zwischen 1,0 und 4,0 Masse-% hergestellt wird, die Basislegierung danach zumindest einmal warmumgeformt, sowie nachfolgend einer Wärmebehandlung bestehend aus Lösungsglühen, Abschrecken und Warmauslagern unterzogen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basislegierung mittels Sprühkompaktieren hergestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basislegierung mittels dem Verfahren des Stranggießens hergestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basislegierung mittels dem Verfahren des Kokillengießens hergestellt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Basislegierung zum Zwecke der Kornfeinung des sich bildenden Primär-Magnesiumsilizids 0,5 – 1,5 Gew.% Magnesiumphosphat enthält.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Basislegierung mittels Strangpressen, Warmwalzen oder Schmieden warmumgeformt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Warmumformen mit einem Umformgrad größer als 5-fach durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass 1,5 bis 3,0 Masse-% Kupfer zulegiert werden.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das verwendete Aluminium nicht mehr als jeweils 1 Masse-% Fremdelemente enthält.
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff 2h bei 500°C durchgewärmt, in Wasser abgeschreckt und anschließend 10 h bei 210°C angelassen wird.
11. Werkstoff auf Basis einer Aluminium-Legierung, erhältlich durch ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10.
12. Verwendung des Werkstoffs nach Anspruch 11 zur Herstellung von Bauteilen.
13. Bauteil nach Anspruch 12, nämlich Kolben für Verbrennungsmotoren.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000254

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C22C21/00 C22F1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C22C C22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 419 769 B1 (LEE JONATHAN A ET AL) 16 July 2002 (2002-07-16) cited in the application	1,3-13
Y	column 2 - column 6; claims 1-8 -----	2
Y	US 5 520 754 A (YANEY ET AL) 28 May 1996 (1996-05-28) claims 1-29 -----	2
A	Metals Abstracts, Band 19, Nr.2, Februar 1986, Zusammenfassung Nr. 31-0581; E.R. Mishima et al.: "Superplasticity of strip cast aluminium alloys" XP008047851 abstract ----- -/--	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 May 2005

Date of mailing of the international search report

07/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chebeleu, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2005/000254

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 375 025 A (METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT) 27 June 1990 (1990-06-27) cited in the application claims 1-6 -----	1-13
A	DE 14 83 229 B1 (HONSEL-WERKE AG, 5778 MESCHÉDE) 13 December 1973 (1973-12-13) claims 1-5 -----	1-13
A	DE 747 355 C (MAHLE KOMM.-GES) 20 September 1944 (1944-09-20) claims 1-5 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000254

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6419769	B1	16-07-2002	WO 0071772 A1 30-11-2000
			US 6592687 B1 15-07-2003
			US 6399020 B1 04-06-2002
			US 2001010242 A1 02-08-2001
US 5520754	A	28-05-1996	NONE
EP 0375025	A	27-06-1990	DE 3842812 A1 21-06-1990
			EP 0375025 A1 27-06-1990
			JP 2221349 A 04-09-1990
			US 5178686 A 12-01-1993
DE 1483229	B1	13-12-1973	NONE
DE 747355	C	20-09-1944	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/000254

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C22C21/00 C22F1/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C22C C22F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 419 769 B1 (LEE JONATHAN A ET AL) 16. Juli 2002 (2002-07-16) in der Anmeldung erwähnt	1,3-13
Y	Spalte 2 - Spalte 6; Ansprüche 1-8	2
Y	US 5 520 754 A (YANEY ET AL) 28. Mai 1996 (1996-05-28) Ansprüche 1-29	2
A	Metals Abstracts, Band 19, Nr.2, Februar 1986, Zusammenfassung Nr. 31-0581; E.R. Mishima et al.: "Superplasticity of strip cast aluminium alloys" XP008047851 Zusammenfassung	1-13
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Mai 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Chebelev, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/000254

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 375 025 A (METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT) 27. Juni 1990 (1990-06-27) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-6 -----	1-13
A	DE 14 83 229 B1 (HONSEL-WERKE AG, 5778 MESCHÉDE) 13. Dezember 1973 (1973-12-13) Ansprüche 1-5 -----	1-13
A	DE 747 355 C (MAHLE KOMM.-GES) 20. September 1944 (1944-09-20) Ansprüche 1-5 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000254

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6419769	B1	16-07-2002	WO 0071772 A1 30-11-2000
			US 6592687 B1 15-07-2003
			US 6399020 B1 04-06-2002
			US 2001010242 A1 02-08-2001
US 5520754	A	28-05-1996	KEINE
EP 0375025	A	27-06-1990	DE 3842812 A1 21-06-1990
			EP 0375025 A1 27-06-1990
			JP 2221349 A 04-09-1990
			US 5178686 A 12-01-1993
DE 1483229	B1	13-12-1973	KEINE
DE 747355	C	20-09-1944	KEINE